

Pengaruh Perlakuan Konsentrasi Kalsium Klorida (CaCl_2) dan Lama Penyimpanan terhadap Kadar Asam Askorbat Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Ita Setiani Rahmawati*, Endah Dwi Hastuti*, Sri Darmanti*

**Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi F. MIPA UNDIP*

Abstract

The aims of this study to determine the effect of combined treatment CaCl_2 concentration and storage time on ascorbic acid concentrations and decrease of tomatoes fruit weight as well as knowing the CaCl_2 concentration effect on the long shelf life. The research using CRD factorial pattern (4 x 3). Factor I is the concentration of CaCl_2 (K_0 : 0 M, K_1 : 0.05 M, K_2 : 0.1 M and K_3 : 0.15 M), factor II is a long storage (L_1 : 4 days, L_2 : 8 days and L_3 : 12 days). The data obtained were analyzed by ANAVA at 95% significance level, followed by Duncan's test at the 95% test level. The parameter is observed levels of ascorbic acid (milligram/100gram) with iodine titration method, decrease of tomatoes fruit weight and long shelf life. The results showed the interaction between the concentration of CaCl_2 and storage time treatment on levels of ascorbic acid. CaCl_2 0,1 M with 4-day old store treatment shows the amount of ascorbic acid is highest. CaCl_2 treatment also affects to minimize decrease of the weight tomatoes fruit and prolong shelf life of tomatoes 5 to 8 days compared to controls.

*Key words : ascorbic acid, CaCl_2 concentration, storage time, *Lycopersicum esculentum* Mill.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi CaCl_2 dan lama penyimpanan terhadap konsentrasi asam askorbat dan susut buah tomat serta mengetahui pengaruh konsentrasi CaCl_2 terhadap lama umur simpan. Penelitian menggunakan RAL pola faktorial (4 x 3). Faktor I adalah konsentrasi CaCl_2 (K_0 : 0M, K_1 : 0,05M, K_2 : 0,1M dan K_3 : 0,15M), faktor II adalah lama penyimpanan (L_1 : 4 hari, L_2 : 8 hari dan L_3 : 12 hari). Data yang diperoleh dianalisis dengan ANAVA pada taraf signifikansi 95%, dilanjutkan dengan uji Duncan's pada taraf uji 95%. Parameter yang diamati adalah kadar asam askorbat (milligram/100gram) dengan metode titrasi iodine, Susut berat buah dan lama umur simpan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi CaCl_2 dan lama penyimpanan terhadap kadar asam askorbat. Perlakuan CaCl_2 konsentrasi 0,1 M dengan lama simpan 4 hari menunjukkan jumlah asam askorbat yang paling tinggi. Perlakuan CaCl_2 juga berpengaruh memperkecil susut berat dan memperlama umur simpan buah tomat 5 sampai 8 hari disbanding control.

*Kata Kunci : asam askorbat, konsentrasi CaCl_2 , lama penyimpanan, *Lycopersicum esculentum* Mill.*

PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat tentang pentingnya mutu makanan yang dikonsumsi semakin bertambah. Bertambahnya selektivitas konsumen terhadap buah dan sayur-sayuran, mengharuskan petani maupun produsen

mengimbangnya dengan cara mempertahankan atau meningkatkan kualitas sayur dan buah. Penurunan kualitas sayur dan buah dapat disebabkan oleh faktor metabolik, transpirasi, kerusakan mekanis dan mikroorganisme. Diperlukan penanganan baik sebelum maupun

sesudah panen untuk menghasilkan produk hortikultura yang berkualitas tinggi. Penanganan pasca panen merupakan kegiatan yang dilakukan sesudah panen untuk memperkecil kerusakan, mengawetkan produk, serta mempertahankan kualitas (Tranggono dan Sutardi, 1990).

Buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang multiguna, dapat dimanfaatkan sebagai sayuran, bumbu masak, penambah nafsu makan, minuman, bahan pewarna makanan, bahan kosmetik dan obat-obatan. Buah tomat selain mempunyai rasa yang lezat juga banyak mengandung vitamin dan mineral. Dalam 100 gram buah tomat masak mengandung 30 kalori, vitamin C 40 mg, vitamin A 1500 SI, zat besi, dan kalsium (Trisnawati dan Setiawan, 1996).

Masalah utama tomat setelah dipanen adalah sifatnya yang mudah rusak oleh pengaruh mekanis serta kandungan air yang tinggi, sehingga memungkinkan adanya aktivitas enzim dan mikroorganisme pembusuk. Kulit buah tomat sangat mudah mengalami kerusakan karena goresan atau gesekan sehingga diperlukan penanganan pasca panen yang benar, agar sesampainya di tangan konsumen buah tomat tetap dalam keadaan matang segar dengan warna yang menarik serta mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi. Kartasapoetra (1994), memperkirakan kerusakan pasca panen tomat di daerah tropis berkisar 5-50%.

Kandungan asam askorbat tertinggi pada buah tomat ialah selama proses pembentukan atau pertumbuhannya di pohon dan akan

menurun selama pematangan atau penyimpanan, hal ini berkaitan dengan respirasi buah. Selama penyimpanan asam askorbat mudah terdegradasi karena pengaruh suhu, konsentrasi gula, pH, oksigen, enzim, katalisis logam, konsentrasi asam askorbat, serta perbandingan asam askorbat dan asam dehidroaskorbat. Penurunan kandungan asam askorbat ini dapat menyebabkan kualitas buah tomat tersebut turun (Muchtadi dkk, 1993). Pada pasca panen atau saat penyimpanan, buah dapat mengalami susut fisik (penurunan bobot buah), susut kualitas (terjadi perubahan bentuk, warna, dan tekstur buah), serta susut nilai gizi (penurunan kadar asam organik dan vitamin) (Tranggono dan Sutardi, 1990).

Salah satu cara memperpanjang umur simpan buah tomat untuk mempertahankan kandungan asam askorbat adalah dengan pemberian bahan kimia secara eksogen, yaitu pemberian kalsium klorida (CaCl_2). Ferguson (1984), menyatakan bahwa kalsium (Ca^{2+}) dapat memperpanjang daya simpan dengan memperlambat pemasakan buah. Kalsium juga mengubah proses-proses intraseluler dan ekstraseluler yang dapat memperlambat pemasakan buah.

Menurut Kramer dkk. (1989), pemberian CaCl_2 dapat membentuk ikatan silang antara Ca^{2+} dengan asam pektat dan polisakarida-polisakarida lain sehingga membatasi aktivitas enzim–enzim pelunakan dan respirasi seperti poligalakturonase, sehingga dapat menurunkan laju respirasi dan

memperkecil degradasi asam askorbat. CaCl_2 eksogen selain harganya relatif murah, juga mudah diperoleh. Perlakuan CaCl_2 dengan pencelupan buah pasca panen tidak akan meninggalkan residu setelah buah dicuci dengan air (Pantastico, 1993).

Hasil penelitian Artez dkk. (1990) menunjukkan bahwa pencelupan buah tomat segar dalam 0,09 M CaCl_2 dapat mempertahankan kualitas buah tomat. Setijorini dan Sulistiana (2001), melaporkan bahwa perlakuan 0,05 M CaCl_2 dapat memperkecil laju respirasi buah yang lebih rendah dari kontrol. Sifat buah tomat yang mudah rusak menyebabkan singkatnya selang waktu antara saat panen dan konsumsi, apa bila tidak ada perlakuan untuk memperpanjang daya simpannya. Oleh sebab itu perlakuan CaCl_2 dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang mungkin timbul bila produk tersebut dipasarkan ke tempat yang jauh.

Dari latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi kalsium klorida (CaCl_2), lama penyimpanan dan interaksi keduanya terhadap kandungan asam askorbat, susut berat dan lama umur simpan buah tomat.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia F. MIPA UNDIP, menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) pola factorial (4×3). Faktor I adalah konsentrasi CaCl_2 (K_0 : 0M, K_1 : 0,05M, K_2 : 0,1M dan K_3 :

0,15M), faktor II adalah lama penyimpanan (L_1 : 4 hari, L_2 : 8 hari dan L_3 : 12 hari), masing masing perlakuan dengan 4 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan Analisis varians (ANAVA) pada taraf signifikansi 95%, bila terdapat beda nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan's pada taraf uji 95%. Parameter yang diamati adalah kadar asam askorbat (milligram/100gram) dengan metode titrasi iodine, susut berat buah dan lama umur simpan. Alat dan bahan yang digunakan adalah: timbangan, blender, keranjang tempat penyimpanan, labu Erlenmeyer, labu takar, pipet tetes, pipet hisap, statip, buret, klem, gelas ukur, gelas Beaker, gelas arloji, corong gelas, batang pengaduk, thermometer, buah tomat varietas precious F1 hibrid (TW-375) masak fisiologis kira-kira berumur 101 hari setelah tanam dengan warna dan ukuran yang seragam diperoleh dari petani di Bandung, CaCl_2 (kalsium Klorida), akuades, larutan amilum 1%, larutan iodine 0.01N, larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N, larutan HCl 2 N, kertas saring, kertas karbon.

Sebelum diberi perlakuan, buah tomat dibersihkan dengan menggunakan air bersih, dikeringanginkan dan ditimbang untuk mengetahui berat awal. Perlakuan dengan merendam buah tomat dalam larutan CaCl_2 selama 15 menit, dengan konsentrasi perlakuan yaitu: K_0 : kontrol (akuades / tanpa CaCl_2), K_1 : 0,05 M CaCl_2 , K_2 : 0,1 M CaCl_2 dan K_3 : 0,15 M CaCl_2 . Kemudian di letakkan dalam tempat penyimpanan pada suhu ruang. Penyimpanan dilakukan sesuai perlakuan yaitu: 4 hari, 8

hari, dan 12 hari, selanjutnya ditimbang untuk mengetahui penurunan berat basahnya dan ditentukan kandungan asam askorbatnya dengan metode titrasi iodine menurut Sudarmadji dkk (1981).

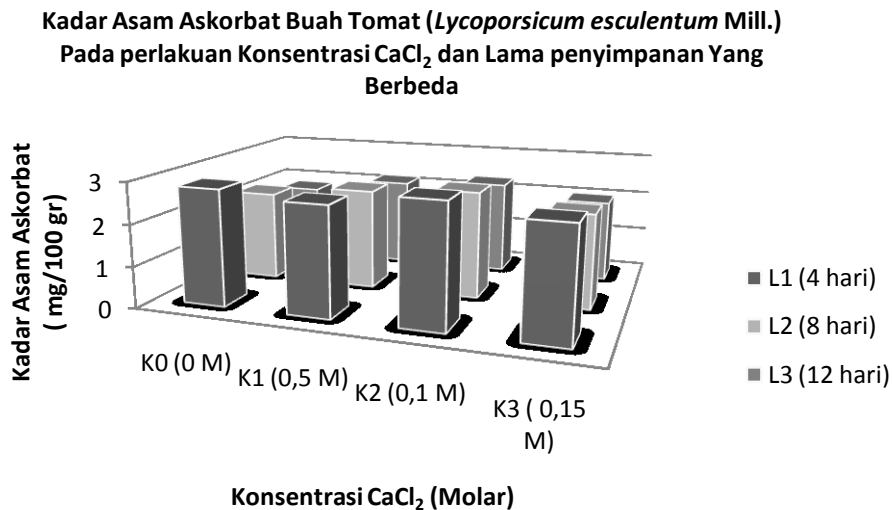
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian Analisis data menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi CaCl_2 , lama penyimpanan dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap konsentrasi asam askorbat buah tomat dan dapat dilihat pada gambar 1.

Perlakuan CaCl_2 dengan konsentrasi 0,05M dan 0,1M dapat memperkecil laju degradasi asam askorbat apabila dibandingkan dengan control (K0). Hal ini dapat terjadi melalui pengaruh langsung Ca^{2+} dalam peranannya menahan kebocoran membran plasma (mikroporositas) dan stabilitas struktur membran. Menurut Wareing dan Phillip (1989), Pemberian CaCl_2 dengan perendaman setelah panen akan menyebabkan penambahan Ca^{2+} yang dapat mengubah pektin yang merupakan mikrofibril selulosa dari dinding sel menjadi Ca pektat melalui reaksi esterisasi. Ikatan antara pektin dan Ca^{2+} mengakibatkan dinding sel menjadi kaku. Hal tersebut juga didukung oleh pernyataan Kramer dkk (1989) bahwa pemberian Ca^{2+} dapat membentuk ikatan silang antara Ca^{2+} dengan asam pektat dan polisakarida-polisakarida lain sehingga membatasi aktivitas enzim-enzim pelunakan dan

respirasi seperti poligalakturonase, dengan menstabilkan intergritas membran. Semakin stabil integritas membran buah yang diberi perlakuan CaCl_2 , maka laju respirasi akan menurun sehingga dapat lebih memperkecil laju degradasi asam askorbat jika dibandingkan dengan control (K0). Kandungan asam askorbat buah mencapai maksimal selama pertumbuhan dan perkembangannya di pohon, yang kemudian menurun selama proses pematangan. Kadar asam askorbat selanjutnya menurun lagi selama periode senesensi (Trenggono dan Sutardi, 1990). Penurunan ini terjadi akibat adanya proses oksidasi dalam respirasi.

Prinsip respirasi pada produk setelah dipanen adalah produksi CO_2 , H_2O dan energi dengan mengambil oksigen dari lingkungan. Adanya oksigen dalam respirasi akan menyebabkan asam askorbat terdegradasi menjadi dehidro asam askorbat, yang secara kimia sangat labil dan dapat bereaksi kembali menjadi asam askorbat jika bereaksi dengan suatu reduktor kuat seperti H_2S atau asam hidroidat. Penurunan kadar asam askorbat pada buah sebanding dengan laju respirasi yang terjadi, apabila laju respirasi rendah karena adanya perlakuan CaCl_2 maka degradasi asam askorbat juga rendah. Secara alami respirasi tidak dapat dihentikan tetapi dapat diperlambat. Dengan demikian perlakuan CaCl_2 dapat menurunkan laju respirasi dan juga memperkecil laju degradasi asam askorbat.



Gambar 1. Hiatogram kadar as askorbat (mg/100gr) buah tomat pada perlakuan konsentrasi CaCl_2 dan lama penyimpanan yang berbeda.

Perlakuan konsentrasi CaCl_2 0,15 M (K3) tidak berbeda nyata dengan 0 M (K0), dan penurunan kadar asam askorbatnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan K1 dan K2. Hal ini diduga karena perlakuan CaCl_2 pada konsentrasi 0,15 M dalam sel tersebut melebihi kapasitas optimal yang diperlukan untuk memperkecil laju degradasi asam askorbat. Whitaker (1996), menyatakan bahwa pada konsentrasi CaCl_2 yang melebihi kapasitas optimal sel dapat menyebabkan ion Ca^{2+} berperan sebagai aktivator ion yang lain lain seperti Na^+ dan K^+ , yang dapat meningkatkan proses respirasi, meningkatkan aktivitas enzim pektin metilesterase, serta produksi etilen buah tomat sehingga dapat meningkatkan laju degradasi asam askorbat. Sedangkan pada K0 (tanpa CaCl_2), karena tidak ada penambahan Ca^{2+} maka struktur dinding del nya lebih lemah jika

dibandingkan dengan perlakuan K1 dan K2 sehingga degradasi asam askorbatnya juga lebih tinggi.

Hasil pengukuran menunjukkan kadar asam askorbat buah tomat menurun dengan semakin lamanya penyimpanan. Hal ini dikarenakan asam askorbat bersifat sangat sensitif terhadap pengaruh lingkungan dan mudah sekali terdegradasi. Proses degradasi asam askorbat ini terus terjadi selama waktu penyimpanan. Andarwulan dan Koswara (1992), menyatakan bahwa asam askorbat dapat terdegradasi karena pengaruh suhu penyimpanan, cahaya, konsentrasi gula dan garam, pH, oksigen, enzim, katalisator logam, serta rasio antara asam askorbat dan dehidro asam askorbat.

Proses kerusakan atau penurunan kadar asam askorbat ini menurut Sastromiharjo (1996)

disebut oksidasi. Perombakan asam askorbat dikatalisis oleh enzim askorbat oksidase, reaksi ini akan berlangsung dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Pantastico (1993), mempertegas bahwa intensitas pengaruh enzim askorbat oksidase dipengaruhi oleh jumlah enzim yang terdapat dalam buah, lamanya pengaruh enzim tersebut dan kondisi kerja enzim. Reaksi oksidasi asam askorbat ada dua macam yaitu proses oksidasi spontan dan proses oksidasi tidak spontan. Proses oksidasi spontan adalah proses oksidasi tanpa adanya penambahan enzim atau katalisator, sedangkan proses oksidasi tidak spontan yaitu reaksi yang terjadi dengan adanya penambahan enzim atau katalisator (Adarwulan, 1992).

Degradasi asam askorbat yang terjadi pada penelitian ini adalah melalui proses oksidasi spontan karena pengaruh suhu ruang, oksigen dari udara sekitar, serta enzim dalam buah tanpa adanya penambahan katalisator atau enzim secara eksogen. Mekanisme oksidasi spontan terjadi sebagai berikut : monoanion asam askorbat dioksidasi oleh molekul oksigen menghasilkan radikal anion askorbat dan H_2O , yang diikuti pembentukan dehidro asam askorbat dan hydrogen peroksida. Dehidro asam askorbat (asam L-dehidroaskorbat) merupakan bentuk oksidasi dari asam L-askorbat yang masih mempunyai keaktifan sebagai vitamin C. Namun L-dehidroaskorbat bersifat sangat labil dan dapat mengalami perubahan menjadi 2,3-L-diketogulonat (DKG) yang sudah tidak mempunyai keaktifan vitamin C lagi. Sehingga

jika DKG tersebut sudah terbentuk maka akan mengurangi, bahkan menghilangkan kandungan asam askorbat dalam produk (Andarwulan dan Koswara, 1992). Laju proses oksidasi asam askorbat akan meningkat dengan adanya pemanasan, penyimpanan dan suasana basa. Sinar matahari dapat meningkatkan aktivitas oksidasi asam askorbat dengan cara mengirimkan radiasinya berupa panas. Hal inilah yang mengakibatkan penyimpanan di tempat terbuka menyebabkan penurunan kadar asam askorbat yang lebih besar jika dibandingkan di tempat bersuhu rendah.

Pada lama penyimpanan 4, 8 dan 12 hari, berturut turut kadar asam askorbat semakin turun. Hal ini disebabkan terjadi oksidasi asam askorbat dan berkurangnya ikatan antara Ca^{2+} dengan pektin dan polisakarida-polisakarida pada dinding sel, sehingga integritas dinding sel turun. Interaksi perlakuan konsentrasi 0,1 M $CaCl_2$ pada penyimpanan 4 hari mempunyai kadar asam askorbat paling tinggi, hal ini disebabkan aplikasi Ca^{2+} menyebabkan terjadinya ikatan silang antara Ca^{2+} dengan asam pektat dan polisakarida-polisakarida lain yang dapat memperkuat struktur dinding sel dan meningkatkan stabilitas membran sehingga membatasi aktivitas enzim-enzim pelunakan seperti poligalakturonase serta mengurangi sensitivitas jaringan terhadap etilen yang memicu respirasi. Berkurangnya laju respirasi dan aktivitas enzim degradasi ini menyebabkan laju degradasi asam askorbat yang sangat dipengaruhi oleh proses oksidasi dalam respirasi

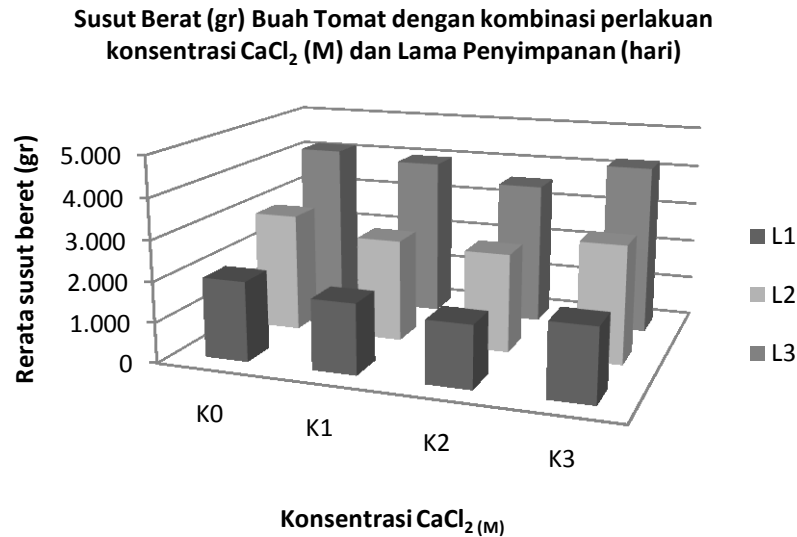
akan berkurang (Tranggono dan Sutardi, 1990). Selain itu juga dimungkinkan karena dalam masa simpan L1 (4 hari) masih terdapat cadangan prekursor asam askorbat, sehingga masih terjadi biosintesis asam askorbat melalui pemecahan L-galactono-1,4-lactone. Pektin juga dapat sebagai prekursor asam askorbat. Zat pektin terdapat dalam bentuk protopektin, asam-asam pektinat, pektin dan asam-asam pektat. Jumlah zat pektat bertambah selama perkembangan buah dan pada waktu buah matang kandungan pektat dan pektinat yang terlarut dalam buah meningkat. Perlakuan CaCl_2 akan meningkatkan kandungan Ca-pektat sehingga laju degradasi asam askorbat lebih rendah. Interaksi perlakuan K0L3 menunjukkan kadar asam askorbat yang paling rendah. Hal itu disebabkan karena tidak adanya penambahan Ca^{2+} eksogen.

Hasil pengukuran dan analisis susut buah menunjukkan bahwa konsentrasi CaCl_2 , lama simpan dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap susut berat buah. Susut buah semakin meningkat selama penyimpanan, dapat dilihat pada gambar 2.

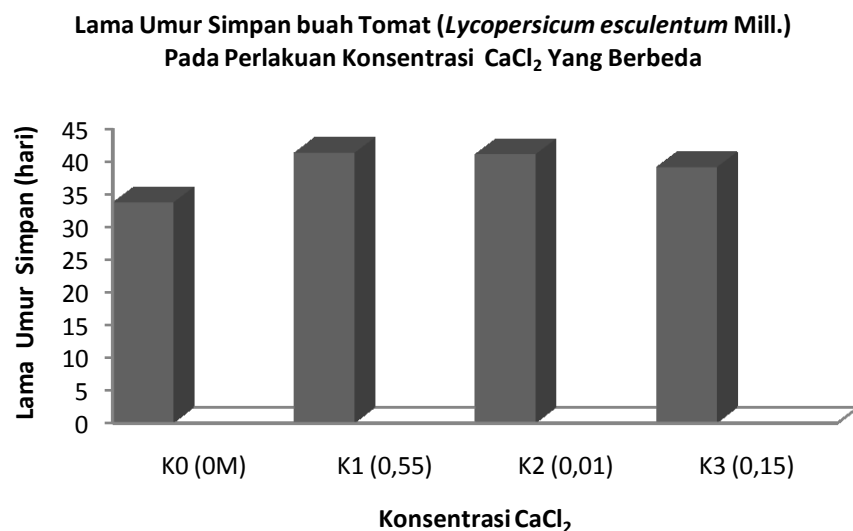
Susut buah tertinggi terjadi pada perlakuan K3L3 dan K0L0. Hal ini dapat terjadi karena selama penyimpanan dan proses pematangan buah tetap melakukan proses metabolik yaitu respirasi dan transpirasi yang

dapat menyebabkan kehilangan air dan bahan organik lain sehingga terjadi susut buah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lakitan (1995), bahwa susut buah terjadi segera setelah produk dipanen dan laju susut berat tergantung pada luas permukaan produk dan keadaan lingkungan. Perlakuan K2 mengalami susut berat yang lebih rendah dibanding K0, K1 dan K3, demikian juga perlakuan K2L1 lebih rendah dibanding yang lain. Hal ini disebabkan perlakuan K2 merupakan konsentrasi yang paling tepat dimana Ca^{2+} dapat menyebabkan pengikatan kalsium oleh asam pektat pada dinding sel sehingga mengurangi laju respirasi dan transpirasi yang berakibat memperkecil susut berat buah.

Perlakuan konsentrasi CaCl_2 berpengaruh meningkatkan lama umur simpan buah tomat menjadi 5-8 hari lebih lama dibanding kontrol, dapat dilihat pada gambar 3. Hal itu sesuai dengan pendapat Ferguson (1989) bahwa perlakuan CaCl_2 menyebabkan ion kalsium berinteraksi dengan pektin dinding sel dan fosfolipid membran, sehingga akan memberi pengaruh secara langsung dalam peranannya menahan kebocoran membran plasma, meningkatkan stabilitas struktur membran dan memperkecil laju respirasi serta mengurangi sensitifitas jaringan terhadap etilen yang dapat memicu respirasi



Gambar 2. Histogram Rerata susut berat (gr) buah tomat dengan kombinasi perlakuan konsentrasi CaCl_2 (M) dengan lama penyimpanan (hari) yang berbeda.



Gambar 3. Histogram rerata lama umur simpan (hari) buah tomat yang diperlakukan dengan CaCl_2 pada konsentrasi yang berbeda

Kecepatan respirasi merupakan indikator terhadap aktivitas metabolisme jaringan, laju respirasi yang tinggi biasanya disertai umur simpan yang pendek (Pantastico,

1993). Pemberian kalsium dapat menekan laju respirasi dan memperlambat waktu tercapainya puncak klimakterik pada tomat yang merupakan buah klimakterik. Buah klimakterik ditandai

dengan puncak respirasi dan produksi etilen yang tinggi pada saat buah masak. Perlakuan kalsium juga mempengaruhi terhambatnya biosintesis etilen dan berkurangnya sekresi enzim enzim yang memicu respirasi sehingga proses pemasakan buah dan senesensi dapat diperlambat. Dengan demikian dapat memperpanjang umur simpan buah.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan konsentrasi CaCl_2 lama penyimpanan yang berbeda berpengaruh terhadap kadar asam askorbat. Perlakuan CaCl_2 dengan lama simpan 4 hari menunjukkan jumlah asam askorbat yang paling tinggi. Perlakuan CaCl_2 juga berpengaruh memperkecil susut berat dan memperlama umur simpan buah tomat 5 sampai 8 hari dibanding kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

Andarwulan, N dan S Koswara, 1992, *Kimia Vitamin*, Rjawali, Jakarta.

Ferguson, IB. 1984, *Calcium in Plant Senescence and Fruit Ripening*, Plant Cell Enviroment, <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi>.

Kartosapoetro, AG. 1994, *Tehnologi Penanganan Pasca Panen*. Rineka Cipta, Jakarta.

Kramer, G.F., C.Y. Wang dan W.S. Conway, 1989, *Correlation of Reduced Softening and Increased Polyamin Levels*, J. Amer.Soc.Hoc.Sci.

Muhtadi, D., N.S. Palupi dan M. Astawan, 1993, *Metabolisme zat Gizi*, Jilid II, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.

Pantastico, E.R.B, 1993, *Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayuran Tripika da Sub Tropika*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Sastrihamidjojo, H., 1996, *Sintesis Bahan Alam*, UGM Press, Yogyakarta.

Sudarmadji, S., Syhardi dan B. Haryono, 1981, *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan pertanian*, Liberti, Yogyakarta.

Tranggono dan Sutardi, 1990, *Biokimia dan teknologi Pasca Panen*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Trisnawati, Y. dan A.I. Setiawan, 1996, *Tomat Pembudidayaan Secara Komersial*, Penebar Swadaya, Jakarta.

Whitaker, J.R, 1996, *Enzyme in Food Chemistry* : Third Edition, Marcel Dekker Inc, New York.